

Herzwandstärkenmessung mittels der Ultraschall-Echo-Methode

von
Gustav Wittig
aus
Erlangen



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann)

Herzwandstärkenmessung mittels der Ultraschall-Echo-Methode

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Gustav Wittig
aus
Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Prof. Dr. L. Leutschaff

Korreferent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 7. Juli 1975

Meiner lieben Ilse gewidmet.

An dieser Stelle darf ich Herrn Prof.Dr.med.
G.Hegemann für die freundliche Überlassung des
Themas und Herrn Prof.Dr.med.R.Leutschaft für
seine Unterstützung bei der Durchführung dieser
Arbeit meinen herzlichen Dank aussprechen.
Mein Dank gilt auch der Dokumentationsabteilung
der Firma Siemens unter Leitung von Herrn Bortsch,
welche mir bei der Literaturbeschaffung sehr
behilflich war.

E i n l e i t u n g :

Nachdem die Anwendung des Ultraschalles schon im Jahre 1921 mit der Erfindung des Echolotes durch Alexander K.F.F. B e h m (1) Eingang in die Technik gefunden hatte und dort das Ultraschallprinzip sehr bald zur Werkstoffprüfung herangezogen wurde, machte sich W.D. K e i d e l im Jahre 1950 den Ultraschall-Effekt erstmalig in der Herzdiagnostik zunutze, indem er versuchte, mittels Ultraschall Volumensänderungen im Herzen zu messen. In den letzten Jahren hat sich das Ultraschall-Verfahren in der Gynäkologie, Ophthalmologie, Neurologie bzw. Neurochirurgie ebenso wie in der Cardiologie als ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Diagnostik erwiesen (E d l e r und H e r t z) (9,10,11); Effert, Jakobi, Keidel u.a. befaßten sich mit der Methode (13,24,33,46) Die vorliegende Arbeit soll zeigen, daß mit relativ einfachen Mitteln, nämlich einem Echo-Enzephalographen, der in jeder grösseren Klinik sicherlich vorhanden ist, die Herzwandstärken der rechten und linken Herzkammervorderwand mittels des Ultraschall-effektes gemessen werden können, ohne daß dieses Verfahren eine Belastung für den Patienten darstellt.

Bei der Untersuchung wurden 85 Patienten aus dem cardiologischen Patientengut der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen mittels Ultraschall gemessen; es handelte sich dabei ausschließlich um Patienten mit Herzvitien, bei denen vor der vorgesehenen Operation die Herzwanddicke der beiden Herzkammervorderwände mittels Ultraschall festgestellt wurde.

Methodik:

Gerätebeschreibung:

Für die hier angestellten Untersuchungen wurde ein Echo-Encephalograph, System Krautkrämer der Firma Siemens benutzt, das gleiche Gerät, das auch in der Neurologie und Neurochirurgie Anwendung findet.

Als Schallquelle diente ein handelsüblicher Prüfkopf für Echo-Encephalographen, der auf dem Prinzip des piezoelektrischen Kristalles arbeitet und gleichzeitig als Sender der Ultraschallimpulse wie auch als deren Empfänger dient.

Bei diesem Geräteaufbau wird die Laufzeit zwischen den einzelnen Schichten bzw. Schichtdicken und die Intensität der Reflexionen gemessen und kann direkt auf dem Oszillographen am Gerät abgelesen und ausgemessen oder auch photographisch festgehalten werden. Durch die abgestimmte Sendefolge der ausgestrahlten Impulse entsteht auf dem Monitor-Bildschirm ein zwei-dimensionales Bild der Reflexionsverhältnisse bezüglich Abstand des reflektierenden Mediums vom Schallkopf und bezüglich der Intensität der Rückstrahlung, wobei die Abszisse des am Monitor angebrachten Koordinatensystems den Abstand der beschallten Grenzflächen, die Ordinate die Intensität der Reflexionen ablesen läßt. Die Intensität des Ausgangsschalles kann verändert werden, sodaß ein Angleich an dickere oder dünnere Medien vorgenommen werden kann.

Mittels einer sogenannten "Lupe" kann der Abbildungsmaßstab auf dem Bildschirm des Oszillographen den Dickenverhältnissen im zu untersuchenden Objekt angeglichen werden, sodaß bei eingeschalteter Lupe (Tiefenlupe) die Zentimeterangaben

auf dem Monitor direkt mit den vom Ultraschall-Strahl durchlaufenen Strecken im Gewebe übereinstimmen, man also auf der Skala direkt ablesen kann.

Da nun das Herz im Gegensatz zum Gehirn ein sich in dauernder Bewegung, sowohl in Form als auch im Ausmaß befindliches Organ ist, kann eine Interpretation der Echo-Amplituden und deren oft sehr schnell wechselnde Höhe auf der Skala, sowie deren Abstand voneinander oft sehr schwierig und dadurch ungenau sein, sodaß durch eine zusätzliche Polaroid-Kamera, die dem Bildschirm des Oszillographen vorgeschraubt ist, die Möglichkeit besteht, innerhalb kürzester Zeit eine genaue objektive Auswertung der Meßergebnisse vorzunehmen und etwaige nicht verwertbare Messungen sofort und unter gleichen Bedingungen zu wiederholen. Durch ein in dem Tunnel zwischen Kameraoptik und Monitorbildschirm angebrachtes Spiegelsystem ist es möglich, unter direkter Sicht den optimalen Zeitpunkt der photographischen Dokumentation zu bestimmen, was durch einen verzögerungsfrei arbeitenden elektrischen Auslöser noch erleichtert wird.

Auf den Sofort-Positiven ist der am Monitor-Koordinatensystem angebrachte Maßstab deutlich sichtbar, sodaß sich der Abstand zwischen den einzelnen Grenzsichten und die Intensität der Rückstrahlung einwandfrei ausmessen läßt, was die ohnehin etwas schwierige Interpretation an einem bewegten Objekt wie dem Herzen in vivo sehr erleichtert.

In den folgenden Versuchen wird mit der "A-Scan"-Technik gearbeitet, die ein eindimensionales Bild der verschiedenen Gewebedicken ergibt, wobei der Abstand von Amplitude zu Amplitude die jeweils vorherrschende Stärke des betreffenden Mediums angibt, wobei jeweils eine Amplitude den Übergang des Schallstrahls von einem Medium (z.B. Lungengewebe/Herzmuskel) in das andere (z.B. Herzmuskel/Blut) bedeutet.

Voruntersuchungen:

Für die Vorversuche-und auch für die späteren Messungen am Patienten-wurde das schon beschriebene Gerät der Firma Siemens (Echo-Encephalograph, System Krautkrämer) verwendet.

Als piezoelektrischer Schallkopf fand ein serienmäßiger Kristall der gleichen Firma Anwendung, welcher mit einer Frequenz von 1 Mhz arbeitete. Diese Frequenz wurde deshalb gewählt, da die Eindringtiefe bei den angestellten Versuchen ausreicht (Meßgenauigkeit etwa 10 cm) und die Streuung der ausgesandten Schallenergie sehr gering ist. In der Neurologie werden Schallköpfe mit einer Frequenz von 2 Mhz angewandt, da hier größere Eindringtiefen erforderlich sind. Im bewerten Objekt wie dem Herzen ist jedoch eine gezielte Beschallung angebracht, da durch die dauernde Aktion des Organs schon genügend Schallenergie verlorenght, sodaß eine größere Streuung durch höhere Frequenzen nur von Nachteil wäre.

Bei den Voruntersuchungen wurden isolierte Schweineherzen verwendet und zwar 1. Herzen, die vom Metzger erworben wurden und 2. Herzen, die von Zwergschweinen gewonnen wurden, die von Versuchstieren stammten. Da die ersteren laut tierärztlicher Vorschrift geöffnet waren, wurde hierbei lediglich die direkte Wandstärke der Herzen bestimmt und zwar durch unmittelbares Aufsetzen des Schallkopfes auf die Herzvorderwand. Bei sämtlichen Objekten stimmte die Angabe des Echo-Encephalographen mit der nachfolgenden Millimetermessung durch ein geeichtes Lineal überein.

Bei den fünf Schweineherzen, die über den Metzger bezogen wurden, war eine durchschnittliche Dicke der linken Kammer von 2,4 cm zu beobachten, die Wandstärke schwankte zwischen 2,3 und 2,6 cm.

In den nun folgenden Untersuchungen wurden Herzen von Zwergschweinen verwendet, die mit Wasser gefüllt wurden, da Wasser etwa die gleiche Absorption von Ultraschallenergie wie Blut besitzt und daher zu diesen Versuchszwecken herangezogen werden konnte.

Da diese Zwergschweineherzen aus der eigenen Tierversuchsteilung der Chirurgischen Universitätsklinik unmittelbar nach dem Tode der Versuchstiere entnommen werden konnten, waren die Versuche am praktisch noch lebenswarmen und durch keinen rigor mortis beeinflussten, allerdings natürlich unbewegten Herzen möglich.

Da zu dem Zeitpunkt der Voruntersuchungen noch keine photographische Registriermöglichkeit vorhanden war, wurde der Abstand der einzelnen Amplituden, also der Reflexionsmaxima vom Experimentator direkt vom Monitor abgelesen, was sich in diesem Falle als nicht weiter schwierig erwies, da es sich ja um unbewegte Objekte handelte. Dabei gestattete der Vorteil der "Tiefenlupe" sowie die Möglichkeit einer Verschiebung des Nullpunktes ein genaues und direkt in Millimetern sichtbares Ablesen. So ergab z.B. eine am Normalschweineherzen durchgeführte Messung, welche erst mit Ultraschall, dann mit dem Millimeterlineal durchgeführt wurde, folgende Werte:

	<u>Abstd. d. Amplit. am Monitor = cm</u>		<u>gemessene cm</u>
Li. Vent.-Vorderwand:	2,6-4,4	1,8 cm	1,8 cm
Li. Vent.-Hinterwand:	2,5-4,4	1,9 cm	1,9 cm
Re. Vent.-Vorderwand:	0,7-1,2	0,5 cm	0,55 cm
Re. Vent.-Hinterwand:	0,8-1,6	0,8 cm	0,75 cm

Verbessert wurde diese Meßmethode noch durch eine Anregung aus der Neurochirurgie, indem ein Kollege vorschlug, ein Metallplättchen an die Hinterseite der zu messenden Schicht zu halten,

wodurch sich-nach optimaler Ultraschall-Reflexion-die Amplitude nach Austritt aus dem zu messenden Medium stark erhöhen würde und der Abstand der Amplituden an der vorderen Grenzschicht sowie an der hinteren Grenzschicht beim Eintritt des Schallstrahles in ein neues Medium (in diesem Fall Metall) die Ablesegenauigkeit beträchtlich erhöhen würde.

Diese Methode ließ sich natürlich nur am isolierten und geöffneten Schweineherzen anwenden, brachte aber den Vorteil, daß metrische Messung und Echo-Messung jetzt ohne Abweichungen übereinstimmten.

Bei all diesen Voruntersuchungen ist nun zusammenfassend zu berücksichtigen, daß es sich dabei 1.) um ein totes, isoliertes Herz handelte, man 2.) den Echo-Schallkopf direkt auf die zu messende Schicht zusammen mit dem Kontaktmittel (Paraffin-Öl) aufbringen konnte und 3.) der Einfallwinkel der Schallstrahlen unter direkter Sicht mit dem zu untersuchenden Objekt optimiert werden konnte, was natürlich bei den anschließenden Untersuchungen am Patienten nicht mehr möglich war.

Bei den nun folgenden Untersuchungen am Patienten traten hinsichtlich der Interpretation der einzelnen Reflexionsmaxima oft größere Schwierigkeiten auf, da sich diese hinsichtlich ihrer Amplitude und deren Abstände zueinander oft sehr schnell veränderten, wie es z.B. vor allem bei tachykarden Patienten der Fall war. Auch muß man bedenken, daß sich bei jeder Atemexkursion und bei jeder Herzaktion die Größen- und Lageverhältnisse im Thorax laufend verändern, sodaß man jede Messung nur als eine Momentaufnahme in einem fortwährend ablaufenden Arbeitsgang betrachten muß.

Aus dieser Sicht betrachtet sind auch die im folgenden aufgeführten Normalwerte der Herzwandstärken nur Anhaltswerte, da sie sicherlich auch beim gesunden Menschen deutlichen Schwankungen unterworfen sind.

Normale Herzwandstärken beim ausgewachsenen Menschen:
(nach Bargmann u. Doerr, "Das Herz d. Menschen", Bd. I, S. 110)

Linke Kammer: an d. Herzbasis : 10,2 mm (10,5 - 9,9 mm)
 in der Mitte : 10,9 mm (11,0 - 10,8 mm)
 Spitzennähe : 8,2 mm (8,5 - 7,9 mm)

Rechte Kammer: an d. Herzbasis : 4,1 mm (4,5 - 3,7 mm)
 in der Mitte : 3,1 mm (3,4 - 2,8 mm)
 Spitzennähe : 2,2 mm (2,3 - 2,1 mm)

Vorhöfe : Beide Vorhöfe hätten nach Angabe der
 Autoren Bargmann und Doerr jeweils eine
 Wandstärke von 0,5 - 1 mm.

Durchführung der Untersuchungen am Patienten:

Nach Abschluß der Voruntersuchungen am isolierten Herzen wurde zur Messung am Patienten übergegangen.

Die Beschallung wurde grundsätzlich am liegenden Patienten vorgenommen, da sich Herzgrenzen und -formen ja im Stehen und Liegen verändern und eine möglichst objektive Aussage der Versuche erreicht werden sollte.

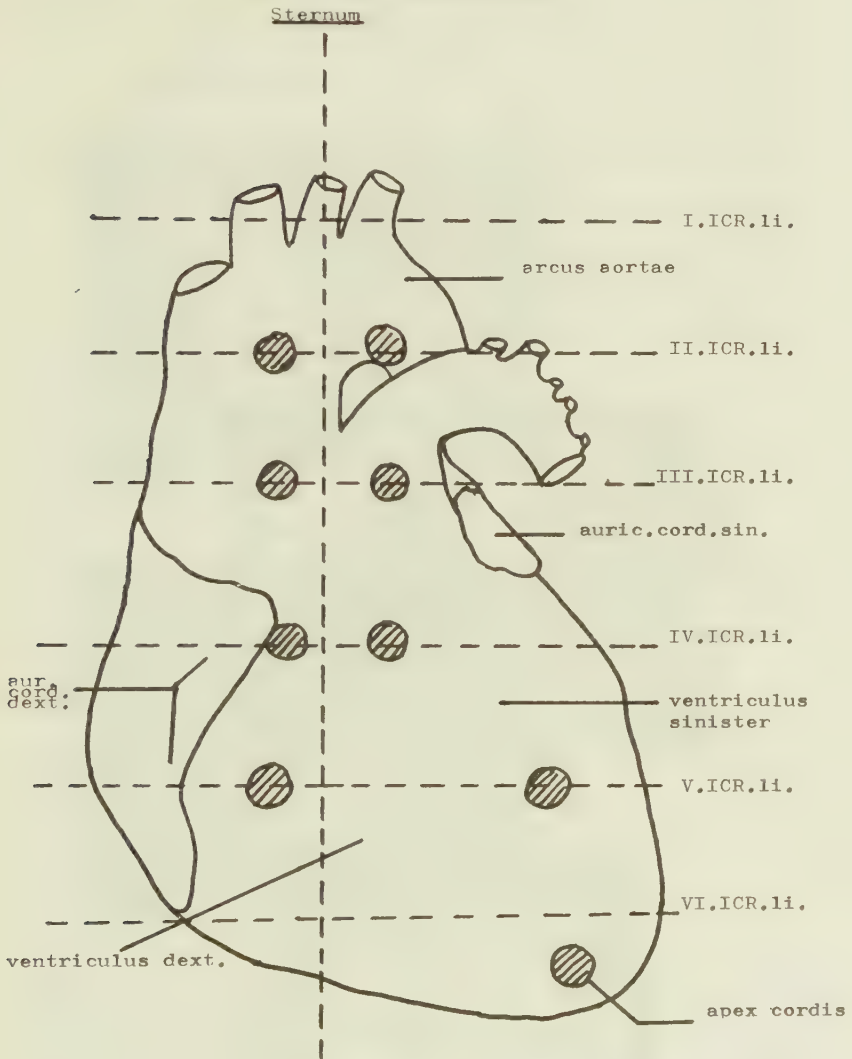
Altersmäßig wurde bei den Messungen keine Grenze gezogen, der jüngste Patient war 5 Jahre, der älteste 71 Jahre alt, der Großteil der beschallten Personen hatte altersmäßig einen Schnitt von etwa 50 Jahren.

Insgesamt wurden mittels der Ultraschall-Echo-Methode 85 cardiologische Patienten gemessen, wobei die Werte bei 5 Patienten nicht zu verwenden oder zu interpretieren waren, sei es wegen einer starken Adipositas, bei der der Schallstrahl nicht tief genug eindringen konnte oder einer übermäßigen Tachycardie, bei der die Amplitudenschwankung so schnell war, daß sie auch photographisch nicht mehr festzuhalten war.

Zahl der Patienten, geordnet nach Herzkrankheiten:

Koronarsklerose m. Angina pectoris	12
Koronarsklerose m. Angina pectoris u. Infarkt	6
Hinterwandinfarkt	2
Vorder- und Hinterwandinfarkt	2
Koronarsklerose mit Spitzenaneurysma	2
Koronarsklerose mit Infarkt und Wandaneurysma	1
Koronarinsuffizienz, Hinterwandinfarkt, Myocardfibrose	1
Vorder- und Seitenwandinfarkt mit Aneurysma	2
Kalzifizierte Mitralfehler	3
Kombinierte kalzifizierte Mitralfehler	6
Mitralstenosen	5
Mitralstenose m. Aortenstenose u. Tricuspidalstenose	1
Mitralinsuffizienz	1
Mitralinsuffizienz u. Aortenstenose	1
Mitralinsuffizienz u. Tricuspidalinsuffizienz	2
Aortenstenose	3
Aortenstenose mit kombin. Mitralvitium	3
Aortenisthmusstenose u. Aortenklappenstenose	2
Aortenklappenfehler, kalzifiziert	4
Aortenaneurysma	2
Aorteninsuffizienz	7
Vorhofmyxödem	1
Vorhofmyxom li.	1
ASD II	6
Vorhoftumor li.	1
Vorhoffistel nach VSD-Operation	1
Fallot'sche Tetralogie	2
Pulmonalstenose	2

Meßpunkte am liegenden Patienten:

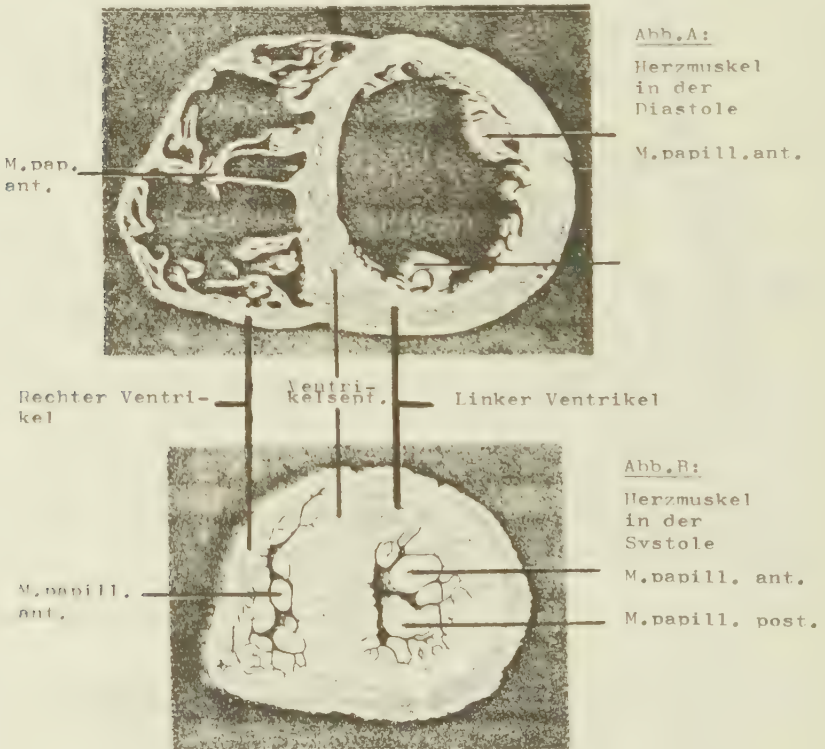


M i t t e l l a g e des Herzens
bei Normalatmung



= Aufsetzpunkte des
Ultraschall-Meß-
kopfes

Die nachstehenden Abbildungen zeigen deutlich die Diskrepanz der Herzwandstärken bei einem dilatierten und einem kontrahierten Herzen, also den Wandstärkenunterschied bei der Systole (A) und der Diastole (B). Jede photographische Darstellung kann daher nur eine Momentaufnahme innerhalb dieser beiden kontinuierlich Aktionen geben; daher mußte die photographische Dokumentation unter direkter Beobachtung mittels des Spiegelsystems zu einem, dem Experimentator als Mittelwert geeignet erscheinenden Zeitpunkt vorgenommen werden.

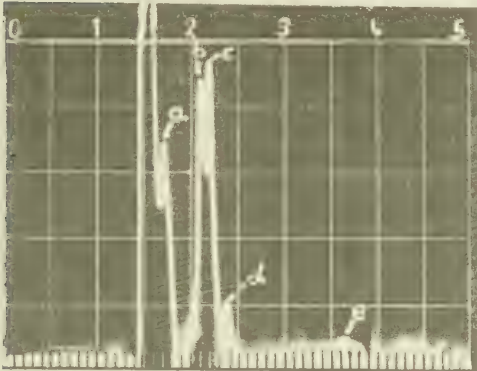


(Nach Spalteholz, Handatlas u. Lehrbuch d. Anatomie d. Menschen,
II. Teil, Bd. 1, Abb. 604, 605; Hirzel-Verlag, 1954)

Patient: V., Karl, geb. 1.2.07, 63 Jahre

Diagn.: Hochgradige Koronarinsuffizienz mit pectan-
einösen Beschwerden.
Vorbereitung zum aorto-coronaren Bypass

Fotos vom 20.11.70

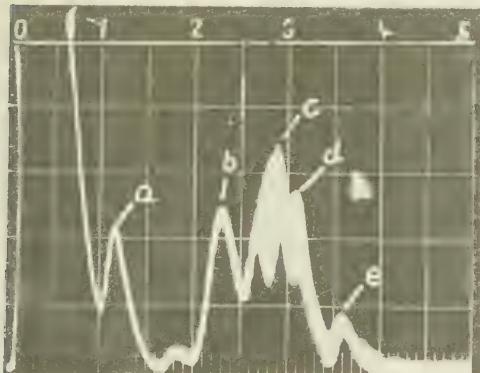


Skala 0-5

Messung im 4. ICR.
links parasternal

Zehnteilskala

Bild A: Messung ohne Tiefenlupe



Skala 0-5

Messung im 4. ICR.
links parasternal

Zehnteilskala

Bild B: Messung mit Tiefenlupe

Erläuterungen und Interpretation der Abbildungen
siehe nächste Seite.

Erläuterungen zu den Abbildungen:

Beispiel f. Abb.A: Beschallung ohne Tiefenlupe und

Abb.B: Beschallung mit Tiefenlupe

Die Dehnung der einzelnen Amplituden bei (B) ist deutlich zu erkennen, wodurch die Interpretation der Abstände sehr erleichtert und auch der Fehlerquotient auf ein Minimum reduziert wird.

Bei den umstehenden Aufnahmen handelt es sich um die Messung an einem 63-jährigen Patienten, der wegen hochgradiger Koronarsklerose und starken pectanginösen Beschwerden auf einen aorto-coronaren Bypass vorbereitet wurde.

Beide Aufnahmen

Stelle des Thorax, nämlich dem IV. ICR, links parasternal gemacht, der Schallkopf und somit auch der Eintrittswinkel des Schallstrahles wurde dabei nicht verändert. Die mit kleinen Buchstaben (a-e) gekennzeichneten Amplituden entsprechen sich auf beiden Aufnahmen.

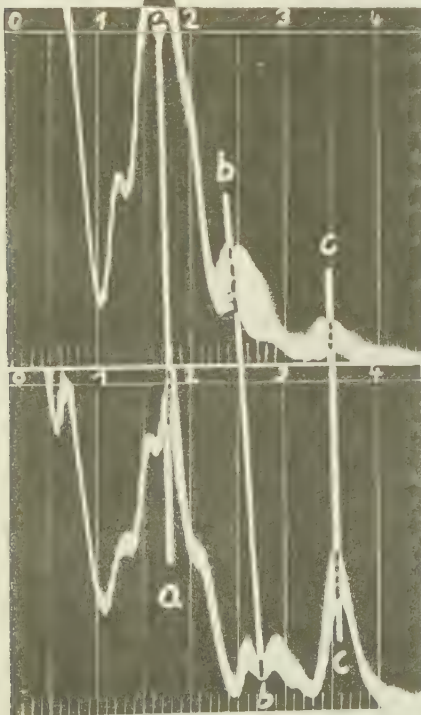
Interpretation: Bei Bild A liegt der Nullpunkt des Initial-echos bei 1,5 Einheiten der Scala, beim Bild B auf dem Nullpunkt. Beim Abstand des Initialechos zur ersten Amplitude a handelt es sich um dazwischenliegendes Gewebe (Thoraxwand, Lunge; a ist die erste Reflexion an der Vorderwand des linken Ventrikels. Die zweite Amplitude b zeigt den Übergang des Echos in ein anderes Medium, nämlich Herzmuskel-Blut, sodaß der Abstand a-b die Stärke der linken Ventrikel-Vorderwand angibt, was nach Abzählen auf der Scala einen Wert von 12 mm ergibt. Die nachfolgenden unruhigen Aktionen des Kathodenstrahles könnte man als Reflexionen an einem schnell sich bewegendem Papillarmuskel oder mit den unterschiedlichen Strömungsdichten des Ventrikelblutes deuten.

Die schon sehr kleine Amplitude e (Eindringtiefe des Ultraschallstrahles!) ließe sich als die Hinterwand des linken Ventrikels interpretieren, worauf auch die Verschiebung auf beiden Bildern (c,d-e) hinweisen würde (Systole-Diastole). Der Abstand a-e ergibt einen Wert von 25 mm, was dem Durchmesser des Lumens des linken Ventrikels entspricht.

An einem weiteren Beispiel läßt sich demonstrieren, wie sich Lage und Höhe der einzelnen Amplitudenmaxima im Bezug auf zwei, etwa 4,5 cm voneinander entfernt liegenden Meßpunkte unterscheiden, was Rückschlüsse auf die Wandstärken zuläßt. Beide Aufnahmen sind in etwa der gleichen Phase der Herzaktion gemacht worden.

Die sich entsprechenden Amplituden sind durch Linien

verbunden. (Fotos vom 17.II.70). Patientin: V, Chr.,
geb. 28.4.26 (44 Jahre)
Mitralstenose u. Links-
hypertrophie



4. ICH. li. post.
Messung: 18 mm
(a - c)

3. ICH. li. post.
Messung: 17 mm
(a - c)

Anschließend ein Beispiel von einem Patienten, der für einen Doppelklappenersatz vorbereitet wurde.

Patient: H., Günther, geb. 23.7.36, 35 Jahre alt.

Beide Soforthilder wurden an dem gleichen Punkt des Thorax, nämlich dem 3. Intercostalraum links parasternal aufgenommen, der zeitliche Unterschied zwischen den Aufnahmen betrug etwa eine Minute. Bei der zweiten Aufnahme (Abb. B) wurde versucht, möglichst die gleiche Phase der Herzaktion zu treffen. Man sieht auf den Vergleichsbildern, daß sich zwar die Höhe der Amplituden, vor allem der Amplitude C verändert hat, kaum jedoch der Abstand zur Amplitude A. Es bestand lediglich ein Unterschied zwischen A und C von 0,4 mm, also eine kaum in's Gewicht fallende Differenz.

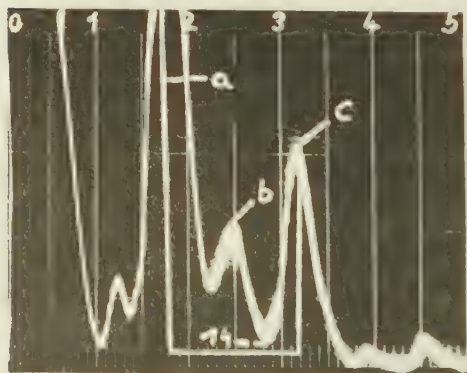


Abb. A:
3. ICR. li. pst.
gemessen: 14 mm

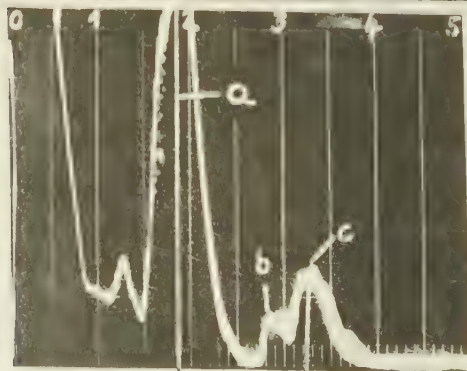


Abb. B:
3. ICR. li. pst.
gemessen: 13,6 mm
ca. 1 min. später
aufgenommen.

13,6 mm

Als nächstes Beispiel die photographische Dokumentation bei einem Patienten mit einem Vorhofseptum - defekt (K., Karl, geb. 17.4.46, 25 Jahre). Dabei zeigt sich eine einwandfreie Meßbarkeit des Echo-Oszillogramms über dem 3. Intercostalraum links parasternal; jedoch bei der Messung über der Herzspitze (Abb. B) läßt sich durch die Vielzahl der Amplituden und deren inhomogenes Aussehen keine klare Aussage bezüglich der reflektierenden Grenzschicht machen. Man kann also daran sehen, daß an einer Stelle der Messung völlig klare Verhältnisse herrschen, während an einer anderen Meßstelle, die der ersteren vielleicht sogar direkt benachbart ist, völlig unverwertbare Ergebnisse entstehen können, sei es durch einen sich sehr schnell bewegenden Papillarmuskel oder durch schnell wechselnde Strömungsverhältnisse des Ventrikelblutes.

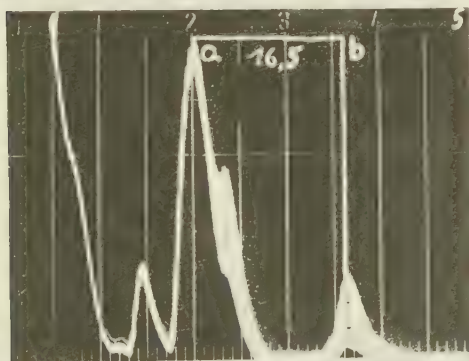


Abb. A: 3. ICR. li. pst.
klare Messung von
16,5 mm (a-b)

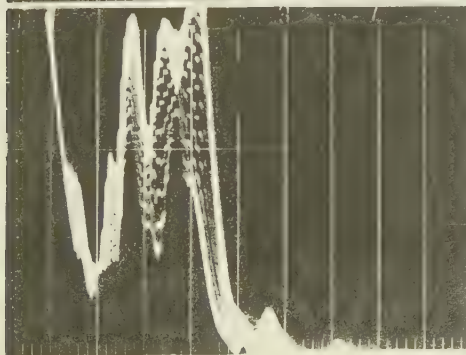


Abb. B: Herzspitze
keine klare Aussage
möglich!

Beim gleichen Patienten ließen sich trotz der unruhigen Amplitudenhöhen durch Tachycardie oder sonstige Imponderabilien klare Aussagen bezüglich der rechten Herzkammerstärke machen; sie betrug bei der Beschallung über dem 3. ICR. rechts parasternal 10 mm, über dem 4. ICR. re. pst. (siehe Abb. A) 9 mm.

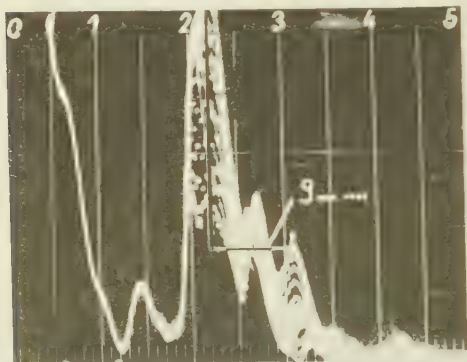


Abb. A:

4. ICR re. pst.

Messung: 9 mm

1 a - 1

Die sichtbaren "Zwischenamplituden" innerhalb einer Amplitude erklären sich auch aus der relativ langen Belichtungszeit von 1/30 sec. und der hohen Anzahl der Schallimpulse von 400/sec., was sich aber nur bei schnell ablaufenden Herzaktionen bemerkbar macht. Sind die Aktionen normal oder bradycard, kommt es zu "stehenden Amplituden", wie die Abb. B zeigt.

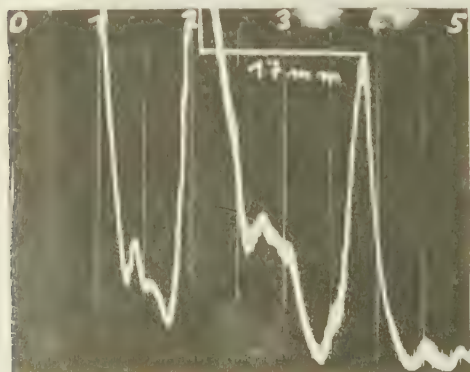


Abb. B: 40-jähriger Patient mit Aorteninsuffizienz.

Messung im 4. ICR.

li. pst.

17 mm

Es folgen einige weitere Dokumentationen bei verschiedenen Herzkrankheiten.

Patientin: B., Anna, geb. 16.12.24 (46 Jahre) mit einem kombinierten Mitralvitium.

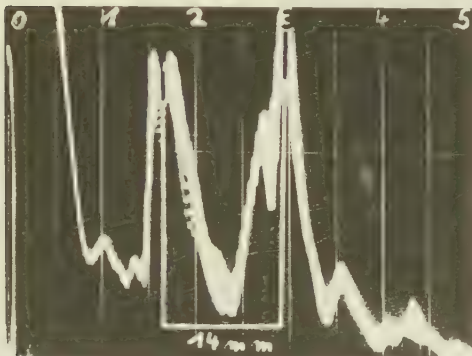


Abb.: 3.ICR. li.pst.

Messung: 14 mm

Hierbei mußte zwischen den beiden Anfangsamplitudenspitzen ein Mittelwert genommen werden.

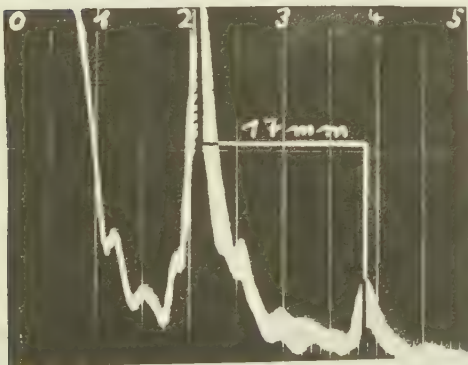


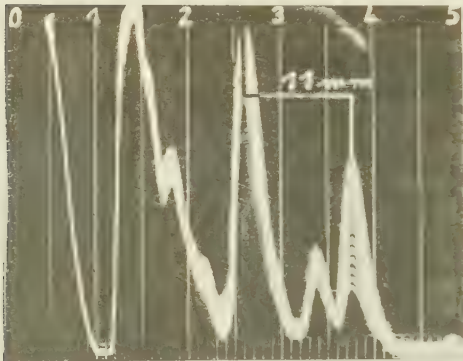
Abb.B: 3.ICR.re.pst.

Messung: 17 mm !

Diese Rechtsherzhypertrophie wurde bei der Operation bestätigt !

Patientin: K., Anna, geb. 17.10.42 (28 Jahre)

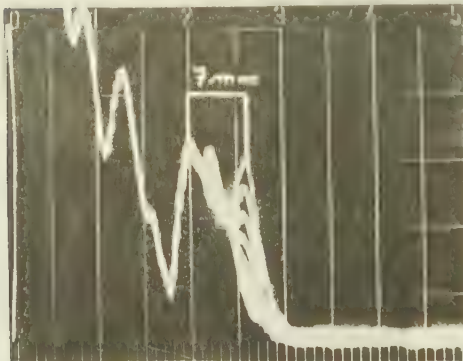
Diagnose: Mitralstenose IV, Aortenstenose I,
Tricuspidalstenose II.



Beschallung über
der Herzspitze:
Messung: 11 mm, die
durch die Operation
bestätigt wurde.

Patientin: Sch., Margdalene, geb. 8.6.34 (36 Jahre)

Diagnose: Linksseitiges Vorhofmyxom



Beschallung über
dem 3. ICR. li. post.
Messung: 7 mm, durch
Operation bestätigt.

Patient: W., Wolfgang, geb. 28.12.54 (17 Jahre)

Diagnose: Valvuläre und infundibuläre Pulmonalstenose.

Die Messung erfolgte über dem 3. Intercostalraum links parasternal, wobei zwischen den beiden nebeneinanderliegenden Maxima der Initialamplitude ein Mittelwert gezogen werden mußte.

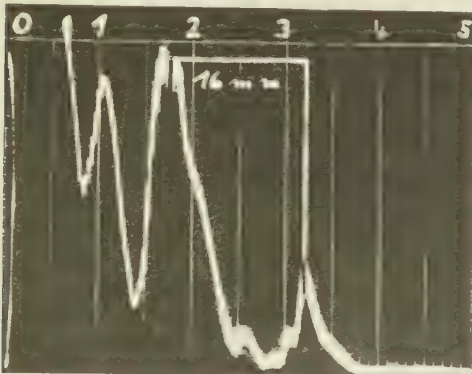


Abb.: Messung
über dem 3. ICR. li.
Mittelwert bei der
Anfangsamplitude
Messung: 16 mm
Linkshypertrophie
bei Operation be-
stätigt.

Patient: V., Karl, geb. 1.2.07 (63 Jahre)

Diagnose: Hochgradige Koronarsklerose mit schweren
pectanginösen Beschwerden.

Bei der Abbildung handelt es sich um die Vorderwand
des rechten Ventrikels, der mit 12,5 mm eine starke
Hypertrophie aufweist .

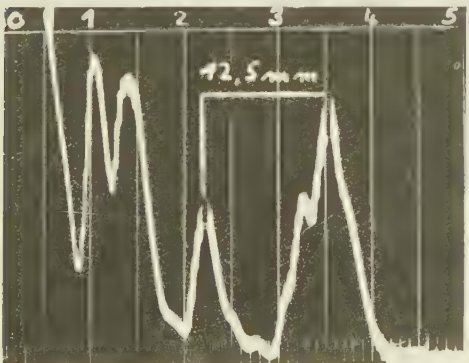


Abb.: Messung
über dem 5. ICR. re.
Messung: 12,5 mm,
Hypertrophie eben-
falls bei der Ope-
ration bestätigt.
(Aorto-coronarer
Bypass).

Anschließend folgen die Tabellen mit den Messungen an den einzelnen Patienten unter Angabe von Alter, Geschlecht und klinischer Diagnose; in zwei weiteren Rubriken finden sich die Durchschnittswerte der Messungen über den linken bzw. rechten Interkostalräumen. Die letzte Spalte enthält Bemerkungen über eventuelle Besonderheiten, die zur Ergänzung der Messungen erwähnenswert erschienen.

Es bedeuten: Li.: linke Herzkammervorderwand in mm

Re.: entsprechend rechte Ventrikelvorderwand

HSp: Messung über der Herzspitze

n.m.: keine meßbare Interpretation möglich

m., w.: männlich, weiblich

Pat.:	Diagnose	Li.:	Re.:	Bemerkungen
G.T., w 62 J.	Koronarsklerose, hochgrad. Angina pectoris	15,5	7,9	OP: doppelter Vineberg
S.H., m 34 J.	Vorder- u. Hinterwand-Infarkt, Koronarskler. Angina pectoris	16,4	8,0	Alter !!
B.H., m 57 J.	Koronarsklerose, weisser Epicardinfarkt, Angina pectoris	13,5 HSp: 10,0	n.m.	OP: Vineberg links
G.F., m 56 J.	Koronarsklerose, Ang. pectoris	14,5	6,6	OP: Aorto-coronare Anastomose rechts
H.H., m 58 J.	Vorder- und Hinterwand-Infarkt	15,3	11 !	OP: stark vergrößertes Herz bestätigt
J.G., m 41 J.	Koronarsklerose, Ang. pectoris	10,0	5,0	Alter !!
K.K., m 68 J.	Koronarsklerose, Ang. pectoris	14,0	7,0	OP: doppelseitiger Vineberg
K.E., w 46 J.	Koronarsklerose, Ang. pectoris	10,0	5,0	sehr grazile Figur
K.C., w 67 J.	Koronarsklerose, Ang. pectoris	14,0	6,0	OP: Vineberg links
L.H., m 46 J.	ausgedehnter Vorder- u. Seitenwandinfarkt, Herzwandaneurysma	15,0	6,5	OP: Aorto-coronarer Bypass, jedoch wg. Aneurysma abgebroch.
L.H., m 42 J.	Koronarsklerose und Insuff., Angin. pectoris	18,6	14 !	OP: Aorto-coronarer Bypass rechts

Pat:	Diagnose	Li.	Re.	Bemerkungen
L.E.,m 44 J.	Koronarsklerose mit altem Hinterwandinfarkt	15,5	10,0	Alter !
M.F.,m 44 J.	Koronarsklerose mit altem Hinterwandinfarkt	19,0	9,0	OP:Vineberg links
M.G.,m 56 J.	Alter Hinterwandinfarkt Stenose d.A.cor.dextr. Myocardfibrose	15,2	10,5	OP:Aorto-coronarer Bypass re.,Myocard- fibrose bestätigt
M.H.,m 40 J.	Koronarsklerose, Angin. pectoris	8,0! HSp: 6,0	7,0!	OP:Messung durch Punktion bestätigt
P.H.,m 40 J.	transmuraler Hinter- wandinfarkt, anterio- lateraler Intramural- infarkt, Linkshypertrop.	16,5 HSp: 8,0	8,0	OP:Aorto-coronarer Bypass re., exitus in tabula, Messung bei Sektion best.
S.L.,m 3 J.	hoher subepicardialer Infarkt, Spitzenseptum- fibrose	17,5	n.m.	OP:Vineberg bis knapp über Spitze Alter !!
S.W.,m 49 J.	Koronarsklerose und Spitzenaneurysma	11,0	7,0	Excision d.Aneurys- mas, Vineberg, postoperat. exitus Befund autopt.ges.
V.K.,m 63 J.	Koronarsklerose, Angina pectoris	15,0	9,0	OP:Aorto-coronarer Bypass
W.E.,m 69 J.	Koronarsklerose mit -Insuffizienz	16,0 HSp: 12,0	7,0	OP:abgelehnt
W.H.,m 57 J.	Koronarsklerose mit Angina pectoris	13,5	6,2	OP:Vineberg links, aorto-coronarer Bypass rechts
W.H.,m 51 J.	Hinterwandinfarkt, Koro- narsklerose, Angin. pect. Spitzenwandaneurysma	13,0	6,5	
T.H.,m 54 J.	Zust.nach Infarkt und nach reseziertem und kalzifiz. Wandaneurysma	14,0	8,1	
B.M.,w 57 J.	Kombinierter, kalzifiz. Mitralfehler	6,5!	7,0	Starke Linksherz- atrophie
D.H.,m 34 J.	Komb.kalzifiz.Mitral- fehler, überwiegende Mitralstenose	12,5	9,0	

Pat.:	Diagnose	Li.:	Re.:	Bemerkungen
F.A.,w 38 J.	Mitralstenose IV,3	9,8	7,0	
G.M.,w 52 J.	Kombin.kalzifiz.Mitral- vitium,Aortenstenose II	16,0	8	OP:Werte durch Punk- tion bestätigt
G.H.,m 35 J.	Mitarlinsuff.IV,4,relat Tricuspidalinsuff.(Zu- stand n.Mitralstenosen- Op.,Aorteninsuffizienz	8,0	15,0	OP:Werte bestätigt sehr großes Herz, Epi-u.Pericardver- wachungen
H.M.,w 46 J.	Kalzifizierte Mitral- stenose IV/3 mit zen- traler Insuffizienz	6,4	n.m.	OP:Wandstärke bestä- tigt
H.A.,m 36 J.	Mitralstenose II/3	15,3	11,3	OP:Rechtshypertrophie bestätigt
K.E.,m 52 J.	Kalzifizierte Mitral- stenose m.zentraler Insuffizienz	13,2	7,0	
K.A.,w 28 J.	Mitralsten.IV,Aorten- stenose I,Tricuspidal- stenose II	10,0	n.m.	Messung re.hätte 18 mm ergeben,nicht glaubhaft!
L.F.,w 38 J.	Mitralstenose IV/3	10,0	5,1	
L.H.,w 60 J.	Mitralstenose IV/4	n.m. HSp: 6,0	8,0	OP:Sehr große Vor- höfe
R.C.,m 54 J.	Kombin.kalzifiz.Mitral- fehler,vorwiegend Sten.	15,5	14,0	OP:erhebliche Peri- cardverklebungen
R.F.,m 38 J.	Kombin.kalzifiziertes Mitralvitium	16,5	15,5	OP:sehr großes Herz
S.H.,m 33 J.	Mitralinsuffizienz IV/3 mit Aortenstenose	17,0	10,0	OP:konzentrische, linksventrikuläre Muskelhypertrophie. (Messung bestätigt)
S.J.,w 38 J.	Mitral-u.Tricuspidal- insuffizienz	13,0	15	OP:Rechtshypertro- phie bestätigt!
S.P.,m 52 J.	Kalzif.Mitralstenose n. zweimaliger Commissuro- tomie	13,0	11,0	Sehr tachycard,Wer- te nicht 100 % -ig
W.J.,w 52 J.	Mitralinsuffizienz IV/3	17,0	8,0	OP:sehr großes Herz, abgelaufene Pericar- ditis
Z.A.,m 44 J.	Kalzif.Mitralinsuff.IV Zust.nach Mitralstenose	12,2	9,1	

Pat.:	Diagnose:	Li.	Re.	Bemerkungen
B.A.,w 46 J.	Kombin.Mitralvitium	16,0	7,2	
H.G.,m 34 J.	Mitral-u.Tricuspidal- insuffizienz	15,0	10,0	OP:Doppelklappe
V.C.,w 44 J.	Mitralstenose	17,0	11,0!	OP:Rechtshypertro- phie bestätigt
S.M.,w 34 J.	Raumfordernder Prozeß im linken Vorhof	15,0	11,0!	OP:Rechtshypertro- phie bestätigt
B.R.,m 5 J.	ASD II mit relativer Pulmonalstenose	10,0	9,0	
B.L.,w 31 J.	Aortenstenose II	10,8	11,0!	OP:Messung durch Punktion bestätigt
D.M.,m 7 J.	Fallot 'sche Tetralogie	13,5	9,0	
E.R.,m 59 J.	Linkes Ventrikelwand- aneurysma nach Vorder- wandinfarkt	9,5 4.ICR 13,0	6,0	OP:Grapefruit-gros- ses Aneurysma; Echomessung best.
E.I.,w 23 J.	Fistel zwischen linkem u.rechtem Vorhof; Zust. nach VSD-OP. u.Valvulo- plastik der Tricuspidal- is.	10,2	8,0	
E.B.,w 6 J.	Fallot 'sche Tetralogie	9,0	11,0 re.Vor- hof: 6,0 !!	OP:Messung bestätigt
F.A.,m 42 J.	ASD II mit großem li.- rechts-Shunt	15,0	10,0!	OP:Messung durch Punktion bestätigt.
F.R.,m 39 J.	Rheumatische Aortenin- suffizienz II-III	16,5	14,0	OP:Rechtshypertrophie bestätigt.
G.H.,m 38 J.	Aorteninsuffizienz IV/1	14,8	11,6!	OP:Messung bestätigt
G.E.,w 57 J.	Kalzifizierte Aorten- klappenstenose, Mitral- stenose III	14,5	n.m.	
G.M.,m 44 J.	Aorteninsuff. IV/3-4	15,0	n.m.	OP:Sehr großes Herz, Aorten ϕ ca. 6 cm ! kalzif. Taschenklappe

Pat.:	Diagnose	Li.:	Re.:	Bemerkungen
H.C.,m 42 J.	Aortenisthmusstenose Aortenklappenstenose	15,5	10,0	
J.E.,m 38 J.	Subvalvuläre Aorten- stenose	19,0	n.m.	OP:Linkshypertro- phie bestätigt, sehr dicke Aorta.
K.J.,m 50 J.	Aorteninsuffiz. IV/4	14,0	7,0	OP:Sehr großes Herz, Linksinsuffizienz; Sektion:Herzgewicht: 980 g !
K.H.,m 35 J.	Kombin.kalzifiz.Aorten- klappenfehler m.zen- traler Insuffizienz	18,0	17,0	OP:Werte bestätigt
L.H.,m 44 J.	Kombin.,nicht kalzif. Aortenklappenfehler	15,5	11,5	
M.C.,w 53 J.	Aorteninsuff.IV/5,ku- gelförmiges Aneurysma d.Aorta ascendens	15,0	6,0	OP:Sehr großes Herz
O.F.,w 50 J.	Aorteninsuff.mit Aor- tenaneurysma d.Aorta ascendens	14,5	6,0	
S.F.,m 44 J.	ASD II	13,5	n.m.	
P.P.,m 25 J.	Subvalvul.membranöse Aortenstenose u.valvu- läre Aorteninsuff.	7,5	n.m.	OP:Sehr großes Herz, doch dünne Wände!
P.P.,m 50 J.	Kombin.,kalzifiz.Aor- tenfehler	18,0	10,0	Sektion:starke Links hypertrophie,19 mm gemessen: rechter Ventrikel: 7 mm
R.H.,m 8 J.	ASD II,partielle Lun- genvenentransposition	8,0	4,0	
S.M.,w 34 J.	Vorhofmischom links	10,2	5,0	
S.F.,w 13 J.	ASD II	8,0	10,0	OP:Messung bestätigt
S.K.,m 31 J.	Kombin.kalzifiz.Aorten- fehler	11,2	15,0	OP:Sehr großes Herz, Rechtshypertrophie bestätigt.
S.H.,m 57 J.	Valvuläre Pulmonalste- nose	15,5	15,0	OP:sehr großer re. Vorhof u.Ventrikel.

Pat.:	Diagnose	li.:	Re.:	Bemerkungen
W.H.,m 47 J.	Aorteninsuffizienz	14,0	15,0	OP:Exitus in tabula, Messung bei der Sek- tion:ca 3,5-4 mm weniger(li.u.re.!)
W.W.,m 16 J.	valvuläre und infundi- buläre Pulmonalstenose	11,0	15,0	OP:Rechtshypertrophie bestätigt
F.R.,m 39 J.	Aorteninsuffizienz	18,0	8,1	
D.A.,m 58 J.	Pulmonalstenose	9,5	8,0	OP:dystrophischer linker Ventrikel
P.W.,m 41 J.	Pulmonalstenose	10,5	n.m.	
V.C.,w 44 J.	Mitralstenose und Linkshypertrophie	17,5	10,0	OP:Links-und Rechts- hypertrophie best.

Besprechung der Ergebnisse:

Auf eine Anfrage am Pathologischen Institut der Universität Erlangen, wie sich der Herzmuskel in Bezug auf seine Wandstärken post mortem verhalte, wurde folgende Antwort gegeben:

Die gesamte Herzmuskulatur kontrahiere sich wie jeder andere Muskel durch den rigor mortis sehr stark, was dem Zustand bei der Systole gleichkäme. Diese Kontraktion löse sich jedoch nach 24 Stunden vollkommen, sodaß nach dieser Zeit am Herzen die gleichen Verhältnisse wie bei einer maximalen Dilatation, also dem Zustand bei der Diastole vorlägen.

Die Verhältnisse in vivo und in mortuo könne man nicht vergleichen, da immerhin eine Fehlerquote in Bezug auf die Herzwandstärken von $\pm$ zwei bis maximal fünf Millimeter vorliege, je nach dem Zeitpunkt der Messung.

Ein weiteres Kriterium sieht der Pathologe darin, daß die Schnittführung bei der Sektion mit Sicherheit nicht mit dem Strahlengang des Ultraschalles identisch sei; außerdem werde rein durch den Aufdruck einer Meßeinrichtung (Lineal) die Herzmuskulatur, wenn auch minimal gedquetscht, sodaß auch hierdurch die Meßergebnisse leicht verfälscht würden.

Die Bestätigung dieser Antwort fand sich auch in zwei Fällen von Patienten, welche präoperativ mit Ultraschall gemessen wurden, jedoch postoperativ ad exitum kamen und deren Herzen nach der Sektion mit dem Lineal nachgemessen wurden. Dabei zeigte sich in beiden Fällen eine deutliche Diskrepanz zwischen den Ultraschall-Werten und den Messungen am freigelegten Herzen. In beiden Fällen lagen die Messungen, die etwa zwei Tage nach dem Tode vorgenom-

men wurden, eine Meßabweichung nach unten von ca. 4 mm. Anders war es bei Patienten, bei denen inter operationem eine Wandstärkemessung mittels Punktion am lebenden Herzen vorgenommen werden konnte. Bei dieser Kontrolle der vorhergegangenen Echo-Messung konnte dem punktierenden Arzt die ungefähre Richtung des vorherigen Echo-Strahles an gegeben werden, sodaß mit der Kanüle in etwa die gleiche Gerad und auch die gleiche Lage am Herzen erfaßt werden konnte. Bei diesen (insgesamt drei) Kontrollen zeigte sich in zwei Fällen keine, in einem Fall eine Abweichung von minus 1 mm.

Bei der vorliegenden Arbeit zeigte sich, daß man mit der hier angewandten Ultraschallmethode, welche relativ wenig Aufwand erfordert, recht gute Ergebnisse in der unblutigen Messung der rechten und linken Herzkammer-Wandstärke erzielen kann. Bei anschließenden Operationen und teilweise auch bei Sektionen wurden sehr viele Messungen bestätigt.

Allerdings besteht eine gewisse Schwierigkeit bei der Interpretation der Ultraschall-Echo-Kurven insofern, als man sich bemühen muß, die richtigen Mittelwerte zu finden, da die Amplituden in Höhe und Lage zueinander oft sehr schnell wechseln, was vor allem bei tachykarden Patienten häufig der Fall ist. In der Aktion von Systole zu Diastole ist ja der Herzmuskel und somit auch die uns interessierende Kammervorderwand des linken und rechten Ventrikels in Lage und Stärke in einem kontinuierlichen Wechsel begriffen; so wird man leicht einsehen können, daß es auch bei einer guten photographischen Dokumentation oft schwierig ist, die richtigen Mittelwerte zu finden, da man ja auch hier nur eine Moment-

aufnahme der Herzaktion festhalten kann. Das Herz ist eben, im Gegensatz zum Gehirn oder zu der Leber, ein Organ, welches dauernd in Bewegung befindlich ist; deshalb können von der hier angewandten Methode keine hundertprozentigen Ergebnisse erwartet werden. Auch ist die hier benutzte Methode nur geeignet, die Stärken der beiden Herzkammervorderwände zu messen, da die Eindringtiefe des Schallstrahles mit 1 Mhz beschränkt ist.

Um die gesamten Herzkammern metrisch erfassen zu können bedient man sich in letzter Zeit mehr und mehr der Sonographie, wobei man die Ventrikel mit der B-Scan-Methode darstellt. Dabei bekommt man zwar sehr gute Ergebnisse hinsichtlich der gesamten Herzdarstellung, andererseits ist die genannte Methode wesentlich komplizierter und aufwandreicher. (3,4,8,25,27,29,39,45).

Abschließend läßt sich sagen, daß die in dieser Arbeit aufzeigte Ultraschall-Methode ein nicht allzu kompliziertes und für Patienten wie Untersucher kaum anstrengendes Verfahren ist, welches in der präoperativen Phase für die Beurteilung der Herzwandstärken der linken und rechten Ventrikelvorderwand eine gute Hilfe sein kann, auch wenn gewisse Fehlerquellen nicht auszuschließen sind.

Zusammenfassung über die vorliegende Arbeit:

"Herzwandstärkenmessung mittels der
Ultraschall-Echo-Methode."

In der vorliegenden Arbeit wird aufgezeigt, wie mit einem handelsüblichen Echo-Encephalographen (Firma Siemens, System Krautkrämer) und einer vorgeschalteten Polaroid-Kamera ohne übermäßigen technischen Aufwand, ohne nennenswerte Belastung für den Patienten und ohne speziell geschultes Personal die Herzwandstärken auf u n b l u t i g e Methode direkt gemessen und photographisch dokumentiert werden können.

Bei einer Reihe von Versuchen an Schweineherzen, welche teils vom Händler bezogen wurden, teils in noch unversehrtem Zustand einem soeben eingeschlaferten Versuchstier entnommen und somit noch lebenswarm zur Messung kamen, konnte gezeigt werden, daß die Feststellung der Herzwandstärken mit der Ultraschall-Echo-Methode in den meisten Fällen garnicht, in vereinzelten, nur wenigen Fällen minimal von den mit einer geeichten Meßskala direkt am Herzmuskel vorgenommenen Messung abwichen.

Nach diesen Voruntersuchungen am toten Tierherzen wurden die Messungen bei Patienten angewandt, welche sich wegen der verschiedensten Herzbeschwerden in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen aufhielten.

Es wurden insgesamt 85 Patienten mit dieser Methode gemessen, die einzelnen Herzbeschwerden der Patienten mit der Zahl der betreffenden Fälle sind auf S.8 aufgeführt.

Eine altersgemäße Auswahl des Patientengutes wurde nicht ge-

troffen, der jüngste Patient war 5 Jahre, der Älteste 71 Jahre alt.

Auf den Seiten 13-19 werden anhand der Polaroid-Aufnahmen einzelne pränante Fälle im Bild wiedergegeben, wobei gleichzeitig dargestellt wird, welche Impulsamplitude die äußere Begrenzung der Herzwand, die durchlaufene Strecke des Myocardes und die hintere Begrenzung des Herzmuskels verdeutlicht.

Anschließend sind auf den Seiten 20-25 tabellarisch die untersuchten Patienten einzeln aufgeführt, bezeichnet nach Namensinitialen, Geschlecht, Alter und Erkrankung. Die dritte und vierte Rubrik der Tabelle zeigen die mit Ultraschall festgestellten Mittelwerte der linken bzw. rechten Herzkammervorderwand, gemessen in Millimetern. Die letzte Spalte ("Bemerkungen") führt erwähnenswerte Ergänzungen bezüglich der Messung, der Erkrankung oder einer Bestätigung der Messung, intraoperativ oder autoptisch gesichert, auf. Dabei zeigte sich, daß in nahezu allen Fällen die extrakorpuläre Ultraschallmessung mit den tatsächlichen oder klinisch zu erwartenden Herzwandstärken übereinstimmte.

Besprechung der Ergebnisse (S. 26): Es werden die einzelnen Kriterien behandelt, die bei der Ultraschall-Messung am lebenden Herzen zu beachten sind, wie z.B. die kontinuierliche Veränderung der Wandstärken und deren Auswirkung auf die Interpretation Echo-Amplituden und deren Abstände zueinander, auch wird die Verschiedenheit der Messung am isolierten Herzen im Vergleich zum bewegten lebenden Herzen.

Abschließend werden die Grenzen der hier angewandten Meßmethode diskutiert, z.B. Eindringtiefe des Schallstrahles, Streuung, Möglichkeit, nur die beiden Herzkammervorderwände zu messen.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

- 1 Behm,Alexander,K.F.F.: Das Behm Echolot.
Ann.Hydrograph.,Berlin 1921,Bd.49,S.241
- 2 Bergmann,L.: Der Ultraschall und seine Anwendung auf
Wissenschaft und Technik.
Hirzel-Verlag,Stuttgart,6.Aufl.1954
- 3 Belenike,Nutter,Clark: Assessment of left ventricular
dimensions and function by echocardiography.
Am.J.Cardiol.31: 755-762,1973
- 4 Bom,Lancée,van Zwieten:Multiscan echocardiography.
Circulation 48:1066-1074,1973
- 5 Braun,Schmitt: Verbesserung der röntgenologischen und
klinischen Diagnostik d.Mitralvitien durch
Ultraschall-Kardiographie.
Dt.Röntgenkongreß 1970,S.82
- 6 Braun,Schmitt: Erfahrungen mit der Ultraschall-Kardio-
graphie in der Diagnostik von Mitralvitien.
Mat.Med.Nordmark,Bd.14,S.87,1962
- 7 Carleton,Sessions,Graettinger: Diameter of heart mea-
sured by intracavitary ultrasound.
Med.Res.Engng.Bd.8,S.28,1969
- 8 Ebina,Oka,Tánaka: The ultrasound tomography for the
hard and great vessels in the living human
subjects by means of the ultrasonic reflec-
tion technique.
Jap.Heart J.8:331-353,1967
- 9 Edler:The diagnostic use od ultrasound in heart disease.
Acta Med.Scand.Bd.308,S32-36,1956
- 10 Edler,Gustavson: Ultrasonic-cardiogram in mitralstenosis.
Acta Med.Scand.Bd.195,S.85-90,1957
- 11 Edler,Hertz: The use of ultrasonic-reflectoscope for
continous recording of the movement of heart-
walls.
Kung.Fysiogr.Sällscapets i Lund Förhandlin-
gar,Bd.24,1954
- 12 Eggleton,Townsend,Herrick: Ultrasonic-visualisation of
left ventricular dynamics.
Enfn.Ultrasonics Bd.8,S.263,1970
- 13 Effert,Erkens,Grosse-Brockhoff: Über die Anwendung des
Ultraschall-Echoverfahrens in der Herzdiag-
nostik.
Dt.Med.Wochenschrift,Bd.82,S.1253-1257,1957

- 14 Effert, Domanig: Diagnostik intraaurikulärer Tumoren
und großer Thromben mit dem Ultraschall-
Echo-Verfahren.
Dt. Med. Wochenschrift, Bd. 82, S. 2298, 1959
- 15 Feigenbaum: Echocardiographic diagnosis of pericar-
dial effusion.
Americ. J. Cardiol. Bd. 26, S. 475, 1970
- 16 Goldberg: Suprasternal ultrasonography.
Entn. Excerpta Med. Radiol., Bd. 25, S. 441, 1971
- 17 Goldberg: Ultrasonic measurement of the aortic-arch,
right pulmonary artery and left atrium.
Radiology, Bd. 101, S. 383, 1971
- 18 Gohr, Wedekind: Der Ultraschall in der Medizin.
Klinische Wochenschrift, Bd. 19, S. 218, 1940
- 19 Güttner: Die Energieverteilung im menschlichen Körper
bei Ultraschalleinstrahlung.
Akustika, Bd. 4, S. 547-554, 1954
- 20 Hernberg, Weiss, Keegan: Ultraschallregistrierung der
Aortenklappenbewegung.
Radiology, Bd. 94, S. 361, 1970
- 21 Henke: Ultraschall in der medizinischen Diagnostik heute.
Elektromedizin, Bd. 9, S. 68-72, 1964
- 22 Jakobi, Kamm, Schwarz: Bedeutung der Ultraschall-Kardio-
graphie in der Herzdiagnostik.
Mat. Medic. Nordmark, Bd. 14, S. 251-257, 1962
- 23 Johnson: Ultrasonic evaluation of prothetic valve motion.
Circulation, Bd. 2, S. 41, 1970
Dt. Med. Wochenschrift, Bd. 95, S. 16, 1970

- 24 Keidel: Über die Verwendung des Ultraschalls in der medizinischen Diagnostik.
Ärztl.Forschung(Wörrihofen), Bd.1, S.349, 1947
- 25 Kloster, Steeg, Ellis: Visualization of ventricular septal defects by cardiac ultrasonography.
J.Clin.Ultrasound, Bd 1, S.256-257, 1973
- 26 Kikuchi: Ultrasono-Cardio-Tomography.
Japan.Electron.Engng., Bd.10, S.53, 1970
- 27 King, Steeg, Ellis: Visualization of ventricular septal defects by cardiac ultrasonography.
J.Clin.Ultrasound, Bd.1, S.256-257, 1973
- 28 Klepzig: Herz-und Gefäßkrankheiten.
G.Thieme-Verlag, Stuttgart, 1968
- 29 Kloster, Roelandt, Cate: Multiscan echocardiography II, technique an initial clinical results.
Circulation, Bd.48, S.1066-1074, 1973
- 30 Koeppen: Die Anwendung des Ultraschalls in der Medizin.
Hippokrates-Verlag, Stuttgart, 1951
- 31 Mathes, Resch: Der Ultraschall in der Medizin.
Konkreßbericht der Erlanger Ultraschalltagung 1949
Hirzel-Verlag, Zürich, 1949
- 32 Matauschek: Einführung in die Ultraschalltechnik.
Verlag Technik, Berlin, 2.Aufl., 1962
- 33 Morgenstern, Oswald, Arnold: Gleichzeitig kontinuierliche Registrierung von Herzdurchmesser und Herzwanddicke bei geschlossenem Thorax.
Biomed.Technik, Bd.16, S.58, 1971
- 34 Newell: Ultrasonics in medicine.
Phvs.in med,Biol., Bd 8, S.241-264, 1963
- 35 Pell: Ultrasound for routine clinical investigations.
Ultrasonics, Bd.2, S.87-89, 1964
- 36 Peronneau, Pellet: Methode ultrasonore de mesure du diametre des cavites cardiaques.
Electr.Medicale, Bd.59, S.107, 1970
- 37 Pohlmann: Über die erforderlichen Voraussetzungen einer brauchbaren Ultraschall-Diagnostik.
Rehabilitation, Bd.15, S.135, 1962
- 38 Popp, Harrison: Ultraschallechographie zur Berechnung von Schlag- u.Rezirkulationsvolumina.
Circulation 197, Bd.41, S.493, 1970
Mediz.Welt, Bd.22, S.12, 1971

- 39 Roelandt, Kloster, Cate: Multiscan echocardiography: description of the system and initial results in 100 patients.
Heart Bull, Bd. 4, S. 51-56, 1973
- 40 Segal: Echocardiography.
Entn. Excerpt. Med. Biophys. Bioeng., Bd. 5, S. 34, 1971
- 42 Schmitt, Braun: Mitteilung der mittels US-Kardiographie gewonnenen Ergebnisse bei Mitralvitien und Herzresunden.
Z. Kreislaufforschung, Bd. 49, S. 241-222, 1960
- 43 Strik: Die diagnostische Anwendung des Ultraschalls.
Med. Klinik, Bd. 56, S. 1817. 1822, 1961
- 44 Teichholz, Kreulen, Herman: Problem in echocardiographic volume determinations: echo-angiographic correlations.
Circulation, Bd. 46, S. 75, 1972
- 45 Teichholz, Cohen, Sonnenblick, Gorlin: Study of left ventricular geometry and function by B-scan ultrasonography in patients with and without asynergy.
The New Engl. Journ. of Med., Bd. 5, S. 1220-1225, 1974
- 46 Troy, Pombo, Rackley: Measurement of left ventricular wall-thickness and mass by echocardiography.
Circulation, Bd. 45, S. 602, 1972
- 47 Wiedau, Röhrer: Ultraschall in der Medizin.
Verlag Steinkopff, Dresden u. Leipzig, 1963
- 48 Woeber: Der Ultraschall in der Medizin.
Verlag Hirzel, Stuttgart, 1949

L E B E N S L A U F

Am 12.3.1945 wurde ich als Sohn des Hauptmannes Gustav Peter W i t t i g und seiner Ehefrau Ilse W i t t i g, geb. D e m e t z in Erlangen geboren. Nach einer vierjährigen Volksschulzeit besuchte ich das Humanistische Gymnasium Fridericianum in Erlangen, an dem ich auch im Sommer 1965 das Abitur ablegte.

Im Wintersemester 1965 begann ich an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen das Studium der Medizin, legte dort im Sommersemester 1968 die ärztliche Vorprüfung und im Wintersemester 1971/72 die ärztliche Prüfung mit der Gesamtnote "gut" ab. Meine chirurgische Medizinalassistentenzeit machte ich am Kreiskrankenhaus Schillingsfürst, die interne am Kreiskrankenhaus Höchststadt/Aisch. Anschließend arbeitete ich zwei Monate an der kardiologischen Rehabilitationsabteilung des Waldkrankenhauses Erlangen in Birkenreuth, wonach ich an die Städtischen Krankenanstalten Fürth kam.

Seit dem 15.2.75 bin ich als Assistenzarzt am Städtischen Krankenhaus in Weißenburg/Bay. beschäftigt.

Ich möchte mir ein möglichst umfassendes medizinisches Allgemeinwissen aneignen, da ich eventuell später eine Praxis für Allgemeinmedizin führen will.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990